

(51) Internationale Patentklassifikation 6 : <p style="text-align: center;">F02M 59/44, 61/16</p>	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/49209 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 30. September 1999 (30.09.99)						
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/02010 (22) Internationales Anmeldedatum: 24. März 1999 (24.03.99) (30) Prioritätsdaten: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 33%;">198 13 454.1</td> <td style="width: 33%;">26. März 1998 (26.03.98)</td> <td style="width: 33%;">DE</td> </tr> <tr> <td>198 20 264.4</td> <td>7. Mai 1998 (07.05.98)</td> <td>DE</td> </tr> </table> (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE/DE]; D-88040 Friedrichshafen (DE). L'ORANGE GMBH [DE/DE]; Postfach 40 05 40, D-70405 Stuttgart (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DANCKERT, Bernd [DE/DE]; Tettnanger Strasse 42/1, D-88074 Mecken- beuren (DE). VON BISCHOPINCK, Rainer [DE/DE]; Werner-Dietrich-Strasse 12/1, D-88045 Friedrichshafen (DE). SCHEIBE, Wolfgang [DE/DE]; Odenheimstrasse 11, D-71642 Ludwigsburg-Poppenweiler (DE). WAGNER, Bernd [DE/DE]; Friesenstrasse 8, D-71640 Ludwigsburg (DE).		198 13 454.1	26. März 1998 (26.03.98)	DE	198 20 264.4	7. Mai 1998 (07.05.98)	DE	(74) Anwalt: WINTER, Josef; MTU Motoren- und Turbinen-Union Friedrichshafen GmbH, Patentabteilung ZJXP, D-88040 Friedrichshafen (DE). (81) Bestimmungsstaaten: US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen</i> <i>Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen</i> <i>eintreffen.</i>
198 13 454.1	26. März 1998 (26.03.98)	DE						
198 20 264.4	7. Mai 1998 (07.05.98)	DE						

(54) Title: HIGH-PRESSURE PISTON CYLINDER UNIT

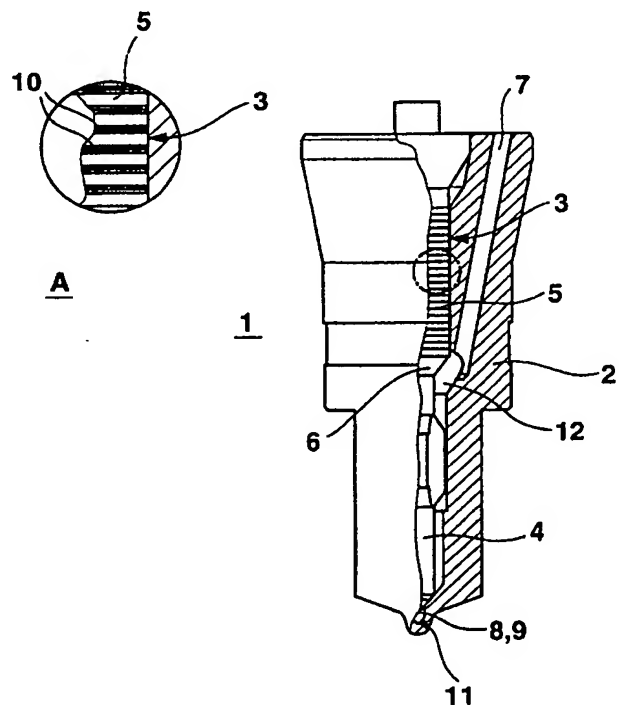
(54) Bezeichnung: HOCHDRUCK-KOLBENZYLINDEREINHEIT

(57) Abstract

The invention relates to a high-pressure piston cylinder unit, especially an injection pump or an injection valve for an internal combustion engine, and to a method for producing one such high-pressure piston cylinder unit. The high-pressure piston cylinder unit comprises a piston (5) which is guided inside a cylinder bore (3) and which is coupled to an actuating element. Said piston is subjected to a high pressure differential. According to the invention, fine grooves (10) which run very close to one another are configured in at least one part of the guiding surface of the piston (5). Said grooves ensure hydraulic pressure compensation on the periphery of the guiding surface, thus reducing wear, and prevent leakage in a longitudinal guiding direction.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Hochdruck-Kolbenzylindereinheit, insbesondere eine Einspritzpumpe oder ein Einspritzventil für eine Brennkraftmaschine, sowie ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Hochdruck-Kolbenzylindereinheit. Die Hochdruck-Kolbenzylindereinheit umfaßt einen in einer Zylinderbohrung (3) geführten und mit einem Betätigungselement gekoppelten Kolben (5), der einer hohen Druckdifferenz ausgesetzt ist. Erfindungsgemäß sind zumindest in einem Teil der Führungsfläche des Kolbens (5) in einem geringen Abstand zueinander verlaufende feine Rillen (10) ausgebildet. Diese Rillen bewirken einen hydraulischen Druckausgleich am Umfang der Führungsfläche, wirken damit Verschleiß entgegen und vermindern eine Leckströmung in Führungs-längsrichtung.



BEST AVAILABLE COPY

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland		Republik Mazedonien	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

5

Hochdruck-Kolbenzylindereinheit

Die Erfindung betrifft eine Hochdruck-Kolbenzylindereinheit, insbesondere eine Einspritzpumpe oder ein Einspritzventil für eine Brennkraftmaschine, insbesondere für
10 hohe Hubzyklenzahlen, wie im Oberbegriff des Anspruchs 1 vorausgesetzt.

Bei einer solchen Hochdruck-Kolbenzylindereinheit, welche einer großen Zahl von Hubzyklen ausgesetzt ist, wie es insbesondere bei einer Einspritzpumpe oder einem Einspritzventil für eine Brennkraftmaschine der Fall ist, ist allgemein ein Kolben
15 vorhanden, welcher in einer Zylinderbohrung geführt ist, und welcher einer hohen Druckdifferenz ausgesetzt ist. Der in der Zylinderbohrung geführte Kolben dient entweder der Förderung des in den Brennraum der Brennkraftmaschine einzuspritzenden Kraftstoffs, wie im Falle einer Einspritzpumpe, oder im Falle eines Einspritzventils dazu, unter Beaufschlagung durch den unter hohem Druck zugeführten einzuspritzenden Kraftstoff das
20 Einspritzventil zu öffnen, typischerweise indem der Kolben eine damit gekoppelte oder materialeinstückig damit ausgebildete Düsennadel aus dem Ventilsitz eines Nadelventils abhebt und damit einen Einspritzquerschnitt zum Einspritzen des Kraftstoffs in den Brennraum der Brennkraftmaschine freigibt.

25 Bei einer derartigen Hochdruck-Kolbenzylindereinheit besteht der Umstand, daß wegen letztlich nicht vermeidbarer Fertigungstoleranzen eine Deaxierung des Kolbens in der Zylinderbohrung auftritt, was zur Folge hat, daß die Druckverteilung über dem Kolbenumfang wegen sich über dem Kolbenumfang unterschiedlich einstellenden Spaltweiten nicht gleichmäßig ist, und sich daraus eine resultierende Radialkraft ergibt, die

in Richtung der Deaxierung wirkt. Die dadurch bedingte einseitige Anpressung des Kolbens in seiner Führung führt zu Verschleiß in der Anlagefläche.

- Im Falle eines Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystems, bei welchem der einzuspritzende Kraftstoff unter hohem Druck in einem Speicher vorgehalten und über einen permanent von dem unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagten Kraftstoffinjektor in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt wird, ist die Verschleißgefahr besonders hoch. Bei permanent wirkenden hohen Drücken kommt nämlich beanspruchungserschwerend hinzu, daß die aus den Druckkräften resultierenden Radialkräfte während der gesamten Hubphase in voller Höhe wirken, anders als bei einem konventionellen Einspritzsystem, bei dem der Hub jedenfalls zum Teil noch in der Druckaufbauphase, also bei gegenüber dem maximalen Einspritzdruck erniedrigten Drücken erfolgt. Dadurch, daß der zur Betätigung des Einspritzventils eines Common-Rail-Kraftstoffinjektors dienende Kolben, der typischerweise mit der Ventilnadel des Einspritzventils gekoppelt oder mit dieser materialeinstückig ausgebildet ist, dem anstehenden hohen Kraftstoffdruck permanent ausgesetzt ist, entsteht bei einer Deaxierung der Düsennadelführung zum Düsennadelsitz bzw. des Kolbens in der Zylinderbohrung eine permanente, über dem Kolbenumfang unsymmetrische Leckströmung. Ferner wirken aufgrund der hohen Drücke hohe, die Deaxierung verstärkende Radialkräfte, die während der gesamten Hubphase vorhanden sind, also insbesondere auch schon zu Beginn der Hubphase. Diese Radialkräfte können zum Anlaufen oder Anreiben und zu starkem Verschleiß der Düsennadel in der Düsennadelführung bzw. des Kolbens in der Zylinderbohrung führen.
- Aus der DE 38 24 467 C2 ist ein Einspritzventil für eine Brennkraftmaschine bekannt, bei welchem die Ventilnadel zweiteilig durch eine Hohl- und eine in einer Innenbohrung der Hohl- geführte Ventilnadel gebildet ist. Die Hohl- weist im Bereich ihrer Spitze eine Anzahl von in Umfangsrichtung verlaufenden Nuten auf, welche in Längsrichtung der Ventilnadel um einen Abstand von ungefähr der Größenordnung des

Durchmessers der Ventilnadel beabstandet sind und eine Breite und Tiefe aufweisen, die etwa einem Zehntel des Ventilnadeldurchmessers entsprechen.

5 Weiterhin ist aus MTZ 55 (1994) 9, Seite 502, Spalte 3 und Seite 511, Spalte 1 die Verwendung von Titan-Nitrit-Beschichtungen für die Kolben von Kraftstoffeinspritzpumpen für Dieselgroßmotoren bekannt, um das „Festfressen“ des Kolbens zu verhindern.

10 Aus der EP 0 565 742 A1 sind Verfahren zur Feinbearbeitung von Werkstückoberflächen, insbesondere von Wandungen der Bohrungen im Zylinder eines Verbrennungsmotors bekannt, bei denen in der Oberfläche durch Strahlbehandlung, insbesondere mittels eines Lasers nach einem vorgegebenen Muster angeordnete Riefen erzeugt werden, welche als Schmiermittelreservoir dienen sollen.

15 Schließlich ist aus der EP 0 419 999 B1 ein Verfahren zur Bearbeitung von durch Reibung hochbeanspruchten Flächen in Brennkraftmaschinen, insbesondere der Zylinderlaufflächen von Kolbenmotoren bekannt, bei dem die Fläche gehont und zusätzlich einer Laserstrahlbehandlung unterzogen wird, wobei die Laserbehandlung zum Abdampfen von herausragenden Rauigkeitsspitzen oder Verschuppungen dient, um eine glattere
20 Oberfläche zu erreichen.

Die Aufgabe der Erfindung ist es, eine Hochdruck-Kolbenzylindereinheit, insbesondere für eine Einspritzpumpe oder ein Einspritzventil für eine Brennkraftmaschine anzugeben, bei welcher eine geringere Gefahr des Verschleißes eines in einer Zylinderbohrung geführten
25 Kolbens durch Deaxierung besteht.

Weiterhin soll durch die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Hochdruckeinheit angegeben werden.

Diese Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen angegebene Hochdruck-Kolbenzylindereinheit bzw. durch das in den Ansprüchen angegebene Verfahren zur Herstellung einer solchen gelöst, wobei jeweilige vorteilhafte Ausgestaltungen in den Unteransprüchen angegeben sind.

5

Durch die Erfindung wird eine Hochdruck-Kolbenzylindereinheit, insbesondere eine Einspritzpumpe oder ein Einspritzventil für eine Brennkraftmaschine, insbesondere für eine hohe Hubzyklenzahl geschaffen, bei der ein in einer Zylinderbohrung geführter Kolben auf einer Seite einem hohen Druck und damit einer hohen Druckdifferenz
10 ausgesetzt ist, wobei erfindungsgemäß zumindest in einem Teil der Führungsfläche des Kolbens in einem geringen Abstand zueinander verlaufende feine Rillen ausgebildet sind.

Ein Vorteil der erfindungsgemäß ausgebildeten Führungsfläche des Kolbens besteht darin, daß durch die Rillen ein hydraulischer Druckausgleich am Umfang der Führung erfolgt und
15 damit das einseitige Anliegen des Kolbens in der Zylinderbohrung verhindert oder zumindest die Anpresskräfte herabgesetzt werden. Als weiterer Vorteil ergibt sich, daß die Leckströmung nach zentrischer Ausrichtung des Kolbens in Längsrichtung der Führungsfläche des Kolbens verringert und damit der hydraulische Wirkungsgrad der Einheit verbessert wird. Eine Verminderung der Leckströmung kommt aber auch schon
20 allein dadurch zustande, daß die quer zur Richtung der Leckströmung verlaufenden Rillen wie eine Labyrinthdichtung wirken. Als weiterer Vorteil ist zu sehen, daß das in den Rillen anwesende Fluid die Anlageflächen benetzt, wodurch ein Schmierungseffekt erzielt wird.

Die in der Führungsfläche ausgebildeten Rillen weisen vorteilhafterweise eine Breite b von
25 zwischen 5 bis 100 μm , vorzugsweise zwischen 10 bis 40 μm auf.

Die Tiefe t der Rillen beträgt vorteilhafterweise zwischen 3 bis 50 μm , vorzugsweise zwischen 10 bis 30 μm .

Der Abstand a der Rillen beträgt vorteilhafterweise zwischen 0,05 bis 1 mm, vorzugsweise zwischen 0,1 bis 0,5 mm, vorzugsweise zwischen 0,1 bis 0,3 mm.

- 5 Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung entspricht die Breite b einer Rille im wesentlichen deren Tiefe t .

Weiterhin von Vorteil ist es, wenn das Verhältnis der Tiefe t der Rille zum Nenndurchmesser D der Führungsfläche zwischen $1/200$ und $1/1000$ beträgt.

- 10 Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung sind die Rillen in Umfangsrichtung der Führungsfläche verlaufend ausgebildet.

Gemäß einer Weiterbildung hiervon können die Rillen mit in Längsrichtung der Führungsfläche variierendem Abstand a ausgebildet sein.

15

Gemäß einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Rillen in Längsrichtung der Führungsfläche verlaufend ausgebildet sind.

20

Gemäß einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Rillen unter einem Winkel zur Längsrichtung der Führungsfläche verlaufend ausgebildet sind.

Gemäß einer Weiterbildung hiervon können die Rillen eine in Längsrichtung der Führungsfläche variierende Steigung aufweisen.

25

Gemäß einer anderen, herstellungstechnisch sehr vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Rillen durch eine Schraubenlinie gebildet sind.

Dies kann dadurch weitergebildet sein, daß die Schraubenlinie mehrgängig ist.

Die Schraubenlinie kann eine in Längsrichtung der Führungsfläche variierende Steigung haben.

- 5 Gemäß noch einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Rillen unter unterschiedlichen Winkeln zur Längsrichtung der Führungsfläche kreuzweise verlaufend ausgebildet sind.

Dies kann dadurch weitergebildet sein, daß die Rillen mit in Längsrichtung der Führungsfläche variierender Steigung ausgebildet sind.

10

Bei den vorgenannten Ausführungsformen kann es von Vorteil sein, den Abstand a der Rillen in Längsrichtung der Führungsfläche so vorzusehen, daß er im wesentlichen dem Betriebshub des Kolbens in der Zylinderbohrung entspricht.

- 15 Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung können mehrere der vorgenannten Muster zur Bildung der Rillen kombiniert werden.

- 20 Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, daß die Rillen in einem an die Seite hohen Drucks des Kolbens anschließenden Bereich der Führungsfläche ausgebildet sind.

Alternativ hierzu können die Rillen über den gesamten Bereich der Führungsfläche ausgebildet sein.

- 25 Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung sind die Rillen in der als Führungsfläche dienenden Mantelfläche des Kolbens ausgebildet.

Alternativ oder zusätzlich dazu kann es vorgesehen sein, die Rillen in der als Führungsfläche dienenden Zylinderbohrung vorzusehen.

Von besonderem Wert ist die Erfindung bei einer Hochdruck- Kolbenzylindereinheit, die Bestandteil eines Kraftstoffinjektors eines Common-Rail-Einspritzsystems ist, bei dem der Kolben zur Betätigung des Einspritzventils des Kraftstoffinjektors dient, und wobei die Druckdifferenz permanent an dem Kolben anliegt. Bei einem solchen permanent vom Kraftstoffdruck beaufschlagten Bauteil kann eine ständige Deaxierung, also von Anfang der Bewegung des Kolbens in der Zylinderbohrung an auftreten, weshalb durch die Erfindung hier mit besonderem Vorteil eine wesentliche Verschleißminderung erreicht werden kann.

- 10 Bei einer solchen, als Bestandteil eines Common-Rail-Einspritzsystems dienenden Hochdruckeinheit ist der Kolben vorteilhafterweise materialeinstückig an der Düsenadel des Einspritzventils ausgebildet, wobei der Kolben eine Schulter aufweist, die permanent vom Kraftstoffdruck des Common-Rail-Einspritzsystems beaufschlagt ist.
- 15 Vorteilhafterweise sind erfindungsgemäß die Rillen an der sich an die vom Kraftstoffdruck beaufschlagte Schulter anschließenden, als Führungsfläche dienenden Mantelfläche des Kolbens ausgebildet.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung einer Hochdruckeinheit der Erfindung sieht es vor, daß die Rillen durch spanende Bearbeitung, beispielsweise Feindrehen erzeugt werden.

Ein alternatives Verfahren, welches von besonderem Vorteil ist, sieht es vor, die Rillen durch Strahlbearbeitung zu erzeugen.

25 Eine solche Strahlbearbeitung erfolgt vorteilhafterweise insbesondere durch Lasergravur.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht es vor, daß, nachdem das Erzeugen der Rillen erfolgt ist, ein Läppen oder Feinschleifen der

Führungsfläche vorgenommen wird. Dem Erzeugen der Rillen kann aber auch eine Feinbearbeitung der Führungsfläche vorgeschaltet sein.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert.

5 Es zeigen:

Figur 1 eine teilweise geschnittene Seitenansicht des Einspritzventils eines Kraftstoffinjektors eines Common-Rail-Einspritzsystems, welches gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ausgebildet ist, wobei der Ausschnitt A vergrößert die in der Führungsfläche eines Kolbens des Einspritzventils vorgesehene feinen Rillen zeigt;

10

Figur 2 eine vergrößerte Ansicht der Düsennadel des Einspritzventils des in Figur 1 gezeigten Kraftstoffinjektors;

15

Figur 3 einen stark vergrößerten Querschnitt durch die an der Führungsfläche des Kolbens der in Figur 2 gezeigten Düsennadel ausgebildeten feinen Rillen; und

Figur 4 eine Figur 2 entsprechende Ansicht der Düsennadel des Einspritzventils mit vier Ausführungsbeispielen a) bis d) der Anordnung der Rillen an der als Führungsfläche dienenden Mantelfläche des Düsennadelkolbens.

20

Figur 5 eine stark vergrößerte Ansicht der Führungsfläche des Kolbens mit als Schraubengewinde ausgebildeten Rillen.

25

Figur 1 zeigt eine Ansicht, teilweise im Querschnitt, der Einspritzdüse eines Kraftstoffinjektors für ein Common-Rail-Kraftstoffeinspritzsystem. Die mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnete Einspritzdüse verfügt über ein Nadelgehäuse 2, in welcher eine Zylinderbohrung 3 vorgesehen ist. In dieser Zylinderbohrung 3 ist ein Kolben 5

geführt, der materialeinstückig mit einer Düsenadel 4 ausgebildet ist. Die Düsenadel 4 verfügt über eine Nadelspitze 8, welche mit einem Ventilsitz 9 zusammenwirkt. Im Bereich des Ventilsitzes 9 ist ein Einspritzquerschnitt 11 in Form von Einspritzöffnungen ausgebildet. Am Übergang von dem Kolben 5 zu der Düsenadel 4 ist eine Schulter 6 ausgebildet, welche im Bereich eines im Nadelgehäuse eingeformten Ringraums 12 liegt, in welchen ein Kraftstoffkanal 7 mündet. Der Kraftstoffkanal 7 führt zu einem Hochdruckspeicher des Common-Rail-Systems, in welchem einzuspritzender Kraftstoff unter hohem Druck vorgehalten wird. Zur Steuerung der Einspritzdüse 1 verfügt der Kraftstoffinjektor über ein in der Figur 1 nicht dargestelltes Betätigungselement elektromechanischer oder hydraulischer Art, wie es an sich wohlbekannt ist, durch welches der Kolben 5 im Sinne einer Bewegung nach oben freigegeben wird, so daß der in dem Ringraum 12 auf die Schulter 6 des Kolbens 5 wirkende Kraftstoffdruck ein Anheben der Düsenadel 4 und damit der Nadelspitze 8 aus dem Ventilsitz 9 und somit eine Freigabe des Einspritzquerschnitts 11 bewirkt.

Wie in dem mit A bezeichneten vergrößerten Ausschnitt zu sehen ist, sind in der Mantelfläche des Kolbens 5 in einem geringen Abstand zueinander verlaufende feine Rillen 10 ausgebildet. Diese Rillen 10 bewirken einerseits einen hydraulischen Druckausgleich über dem Umfang des Kolbens 5 in der durch die Zylinderbohrung 3 gebildeten Führung und verhindern damit eine einseitige Anlage des Kolbens 5 aufgrund des von dem Ringraum 12 her in den Spalt zwischen der Mantelfläche des Kolbens 5 und der Zylinderbohrung 3 eintretenden, unter hohem Druck stehenden Kraftstoffs bei Deaxierung der Düsenadelführung. Gleichzeitig wird eine unsymmetrische und somit verstärkte Leckströmung in Längsrichtung der Führung zwischen der Mantelfläche des Kolbens 5 und der Zylinderbohrung 3 verringert und somit der hydraulische Wirkungsgrad des Kraftstoffinjektors verbessert.

In Figur 2 ist die materialeinstückig mit dem Kolben 5 vorgesehene Düsenadel 4 vergrößert dargestellt. Der Kolben 5 hat einen Nenndurchmesser D, welcher bei dem

dargestellten Ausführungsbeispiel 6,8 Millimeter beträgt. Von der Schulter 6 und damit von der von dem unter hohem Druck in dem Ringraum 12 befindlichen Kraftstoff beaufschlagten Seite des Kolbens 5 her sind über eine Länge l die Rillen 10 in Umfangsrichtung verlaufend an der Mantelfläche des Kolbens 5 ausgebildet. Bei dem
5 dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt diese Länge l , über welche die Rillen 10 vorgesehen sind, zirka 22 mm.

In Figur 3 ist ein stark vergrößerter Querschnitt durch die Oberfläche des Mantels des Kolbens 5 dargestellt, welcher zwei Rillen 10 zeigt. Der Querschnitt der Rillen 10 hat bei
10 dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine im wesentlichen dreieckige Form. Die Breite b einer Rille beträgt beispielsweise 5 bis 100 μm , vorzugsweise zwischen 10 bis 40 μm . Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt die Rillenbreite b 30 μm . Die Rillentiefe t kann 3 bis 50 μm , vorzugsweise zwischen 10 bis 30 μm betragen. Bei dem dargestellten
Ausführungsbeispiel beträgt die Tiefe t 15 μm . Der Abstand a zwischen zwei Rillen kann
15 zwischen 0,05 bis 1 mm, vorzugsweise zwischen 0,1 bis 0,5 mm, vorzugsweise zwischen 0,1 bis 0,3 mm betragen. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt der Abstand a 0,2 mm.

Das Verhältnis der Tiefe t der Rille 10 zum Nenndurchmesser D der Führungsfläche bzw.
20 des Kolbens 5 beträgt erfindungsgemäß vorteilhafterweise zwischen $1/200$ und $1/1000$. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist das genannte Verhältnis rund $1/450$, was sich als besonders vorteilhaft erwiesen hat.

Der Querschnitt der Rillen 10 kann anstelle einer dreieckigen Form auch andere Formen
25 annehmen, beispielsweise eine halbrunde Form.

Figur 4 zeigt nochmals eine Darstellung entsprechend Figur 2 und Beispiele a) bis d) der Strukturierung der Mantelfläche des Kolbens 5.

Gemäß dem Beispiel von Figur 4a) sind die Rillen 10 in Umfangsrichtung des Kolbens 5 ausgebildet, wie in der Seitenansicht darüber und auch in Figur 2 dargestellt. Bei dem Ausführungsbeispiel sind die Rillen in Längsrichtung mit einem gleichen Abstand a ausgebildet, alternativ dazu können die Rillen 10 auch mit einem in Längsrichtung der Führungsfäche variierenden Abstand a ausgebildet sein.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel von Figur b) sind die Rillen 10 in Längsrichtung der Führungsfäche verlaufend ausgebildet.

10 - Gemäß dem Ausführungsbeispiel von Figur 4c) sind die Rillen 10 unter einem Winkel zu Längsrichtung der Führungsfäche verlaufend ausgebildet. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel haben die Rillen 10 alle eine gleiche Steigung. Alternativ hierzu können die Rillen 10 auch mit einer in Längsrichtung der Führungsfäche variierenden Steigung vorgesehen sein.

15

Als Grenzfall der Anordnung der Rillen 10 in Umfangsrichtung wie in Figur 4a) und der Anordnung der Rillen unter einem Winkel zur Längsrichtung wie in Figur 4c), können die Rillen 10 durch eine Schraubenlinie gebildet sein. Ein Ausschnitt der Führungsfäche mit als Schraubengewinde 22 ausgebildeten Rillen ist in Figur 5 dargestellt. Die Führungsfäche ist eine zylindrische Kolbenmantelfäche, die von den Gewindegängen des Schraubengewindes 22 unterteilt ist. Die Steigung des Schraubengewindes 22 ist mit s angegeben. Das Schraubengewinde oder die Schraubenlinie kann eingängig oder auch mehrgängig ausgebildet sein. Die Schraubenlinie kann eine in Längsrichtung der Führungsfäche konstante Steigung oder alternativ dazu eine in Längsrichtung der Führungsfäche variierende Steigung haben. Die Ausbildung der Rillen als Schraubenlinie ist herstellungstechnisch besonders vorteilhaft.

25

Gemäß Figur 4d) können die Rillen 10 unter unterschiedlichen Winkeln zur Längsrichtung der Führungsfäche kreuzweise verlaufend ausgebildet sein, wobei die Winkel

entgegengesetzt, aber betragsmäßig gleich oder auch betragsmäßig verschieden sein können. Während bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel die Steigung der Rillen 10 in Längsrichtung der Führungsfläche gleich ist, können die Rillen 10 alternativ dazu auch mit in Längsrichtung der Führungsfläche variierender Steigung ausgebildet sein.

5

Die Strukturierungsmuster gemäß Figur 4a) bis 4d) sind Grundmuster, abweichende Muster sind jedoch auch möglich. Weiterhin können mehrere Muster gemäß der unter Bezugnahme auf die Figuren 4a) bis 4d) beschriebenen Art kombiniert werden.

- 10 Gemäß einem besonderen Ausführungsbeispiel der Erfindung ist der Abstand a der Rillen 10 in Längsrichtung der Führungsfläche so gewählt, daß er im wesentlichen dem Betriebshub des Kolbens 5 in der Zylinderbohrung 3 entspricht. Dies hat den vorteilhaften Effekt, daß die verbleibende Führungsfläche am Mantel des Kolbens 5 zwischen den Rillen 10 sich ständig auf benetzten Oberflächen der Führung bewegt und damit ein
- 15 Trockenlaufen der Führung weitgehend unmöglich gemacht wird. Bei einem eingängigen Gewinde entspricht der Abstand a zwischen den Rillen 10 dann der Gewindesteigung.

Bei den anhand der Figuren 1 bis 4 dargestellten Ausführungsbeispielen sind die Rillen 10 in der Mantelfläche des Kolbens 5 in deren Funktion als Führungsfläche ausgebildet.

- 20 Alternativ oder gegebenenfalls zusätzlich dazu können die Rillen 10 auch in der Zylinderbohrung 3 als Führungsfläche ausgebildet sein.

Bei dem in Figur 1 gezeigten Anwendungsfall eines Einspritzventils für einen Common-Rail-Kraftstoffeinspritzinjektor liegt der von dem Vorseicher vorgehaltene

- 25 Kraftstoffdruck über den Kraftstoffkanal 7 und den Ringraum 12 permanent an der Schulter 6 des Kolbens 5 an, so daß der Kolben 5 permanent einer einseitigen Druckdifferenz ausgesetzt ist. Hierbei kommt der Vorteil des durch die Rillen 10 bewirkten hydraulischen Druckausgleichs und der Verringerung der Leckströmung besonders zum Tragen. Jedoch auch im Falle anderer Hochdruck-Kolbenzylindereinheiten, bei denen ein

Kolben einseitig einer hohen Druckdifferenz ausgesetzt ist, wie es insbesondere bei sonstigen Einspritzventilen und bei Einspritzpumpen für Brennkraftmaschinen der Fall ist, führt die Erfindung zu einem entsprechenden Vorteil.

- 5 Die Rillen 10 in der Führungsfläche des Kolbens, also in der Mantelfläche des Kolbens 5 oder in der Fläche der Zylinderbohrung 3 können durch spanende Bearbeitung, beispielsweise durch Drehen, Feindreihen, Schleifen oder Fräsen erzeugt werden. Alternativ dazu können die Rillen, insbesondere an der Mantelfläche des Kolbens 5 durch Strahlbearbeitung erzeugt werden, wobei insbesondere das Verfahren der Lasergravur
- 10 vorteilhaft ist. Das Erzeugen der Rillen 10 erfolgt nach dem Feinbearbeiten (Schleifen) der Führungsfläche. Nach dem Erzeugen der Rillen 10 wird noch ein Läppen oder Feinschleifen der Führungsfläche vorgenommen, um die endgültige Oberfläche der Führungsfläche herzustellen. Eine Feinbearbeitung der Führungsfläche vor dem Erzeugen der Rillen kann auch entfallen, wenn eine ausreichende Maßhaltigkeit durch geeignete
- 15 Fertigungsmaßnahmen gewährleistet werden kann.

20

25

Bezugszeichenliste

	1	Einspritzdüse
	2	Nadelgehäuse
5	3	Zylinderbohrung
	4	Düsennadel
	5	Kolben
	6	Schulter
	7	Kraftstoffkanal
10	8	Nadelspitze
	9	Ventilsitz
	10	Rille
	11	Einspritzquerschnitt
	12	Ringraum
15		
	22	Schraubengewinde

20

25

5

PATENTANSPRÜCHE

1. Hochdruck-Kolbenzylindereinheit, insbesondere Einspritzpumpe oder
10 Einspritzventil für eine Brennkraftmaschine, insbesondere für hohe Hubzyklenzahlen, mit
einem in einer Zylinderbohrung (3) geführten und mit einem Betätigungselement
gekoppelten Kolben (5), der einer hohen Druckdifferenz ausgesetzt ist, dadurch
gekennzeichnet, daß zumindest in einem Teil der Führungsfläche des Kolbens (5) in einem
geringen Abstand zueinander verlaufende feine Rillen (10) ausgebildet sind.
- 15 2. Hochdruckeinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen (10)
eine Breite b von zwischen 5 bis 100 μm , vorzugsweise zwischen 10 bis 40 μm aufweisen.
3. Hochdruckeinheit nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen
20 (10) eine Tiefe t von zwischen 3 bis 50 μm , vorzugsweise zwischen 10 bis 30 μm
aufweisen.
4. Hochdruckeinheit nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die
Rillen (10) einen Abstand a von zwischen 0,05 bis 1 mm, vorzugsweise zwischen 0,1 bis
25 0,5 mm, vorzugsweise zwischen 0,1 bis 0,3 mm aufweisen.
5. Hochdruckeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß
die Breite b einer Rille (10) im wesentlichen deren Tiefe t entspricht.

6. Hochdruckeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Tiefe t der Rille (10) zum Nenndruckmesser D der Führungsfläche zwischen $1/200$ und $1/1000$ beträgt.

5 7. Hochdruckeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen (10) in Umfangsrichtung der Führungsfläche verlaufend ausgebildet sind.

8. Hochdruckeinheit nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen (10) mit in Längsrichtung der Führungsfläche variierendem Abstand a ausgebildet sind.

10

9. Hochdruckeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen (10) in Längsrichtung der Führungsfläche verlaufend ausgebildet sind.

10. Hochdruckeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß
15 die Rillen (10) unter einem Winkel zur Längsrichtung der Führungsfläche verlaufend ausgebildet sind.

11. Hochdruckeinheit nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen (10) eine in Längsrichtung der Führungsfläche variierende Steigung aufweisen.

20

12. Hochdruckeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen (10) durch eine links- oder rechtsdrehende Schraubenlinie gebildet sind.

13. Hochdruckeinheit nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die
25 Schraubenlinie mehrgängig ist.

14. Hochdruckeinheit nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Schraubenlinie eine in Längsrichtung der Führungsfläche variierende Steigung hat.

15. Hochdruckeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß Rillen (10) unter unterschiedlichen Winkeln zur Längsrichtung der Führungsfläche kreuzweise verlaufend ausgebildet sind.

5 16. Hochdruckeinheit nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen (10) mit in Längsrichtung der Führungsfläche variierender Steigung ausgebildet sind.

17. Hochdruckeinheit nach einem der Ansprüche 7 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand a der Rillen (10) in Längsrichtung der Führungsfläche im wesentlichen dem
10 Betriebshub des Kolbens (5) in der Zylinderbohrung (3) entspricht.

18. Hochdruckeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen (10) unter Kombination mehrerer Muster nach den Ansprüchen 7 bis 16 ausgebildet sind.

15

19. Hochdruckeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen (10) in einem an die Seite hohen Drucks des Kolbens (5) anschließenden Bereich der Führungsfläche ausgebildet sind.

20 20. Hochdruckeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen (10) über den gesamten Bereich der Führungsfläche ausgebildet sind.

21. Hochdruckeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen (10) in der Mantelfläche des Kolbens (5) als Führungsfläche ausgebildet sind.

25

22. Hochdruckeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen (10) in der Zylinderbohrung (3) als Führungsfläche ausgebildet sind.

23. Hochdruckeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochdruck-Kolbenzylindereinheit Bestandteil eines Kraftstoffinjektors eines Common-Rail-Einspritzsystems ist, bei dem der Kolben (5) zur Betätigung des Einspritzventils des Kraftstoffinjektors dient, und wobei die Druckdifferenz permanent an dem Kolben (5)
5 anliegt.
24. Hochdruckeinheit nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (5) materialeinstückig an der Düsennadel (4) des Einspritzventils ausgebildet ist, wobei der Kolben (5) eine Schulter (6) aufweist, die permanent vom Kraftstoffdruck des Common-
10 Rail-Einspritzsystems beaufschlagt ist.
25. Hochdruckeinheit nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen (10) an der sich an die vom Kraftstoffdruck beaufschlagte Schulter (6) anschließenden, als Führungsfläche dienenden Mantelfläche des Kolbens (5) ausgebildet sind.
15
26. Verfahren zur Herstellung einer Hochdruckeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen (10) durch spanende Bearbeitung, insbesondere Drehen, Feindrehen, Schleifen oder Fräsen erzeugt werden.
- 20 27. Verfahren zur Herstellung einer Hochdruckeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen (10) durch Strahlbearbeitung, insbesondere Laserstrahl oder Elektronenstrahl erzeugt werden.
28. Verfahren nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Rillen (10) durch
25 Lasergravur erzeugt werden.
29. Verfahren nach Anspruch 26, 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß nachdem das Erzeugen der Rillen (10) erfolgt ist, ein Läppen oder Feinschleifen der Führungsfläche vorgenommen wird.

30. Verfahren nach Anspruch 29, dadurch gekennzeichnet, daß dem Erzeugen der Rillen (10) eine Feinbearbeitung der Führungsfläche vorgeschaltet ist.

5

10

15

20

25

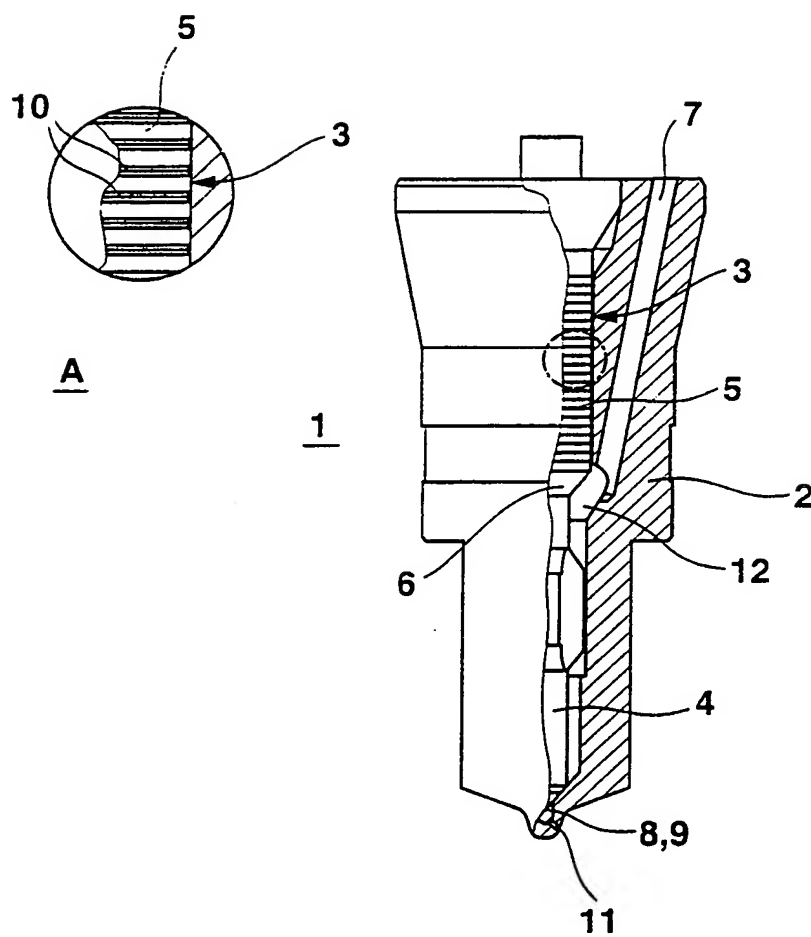
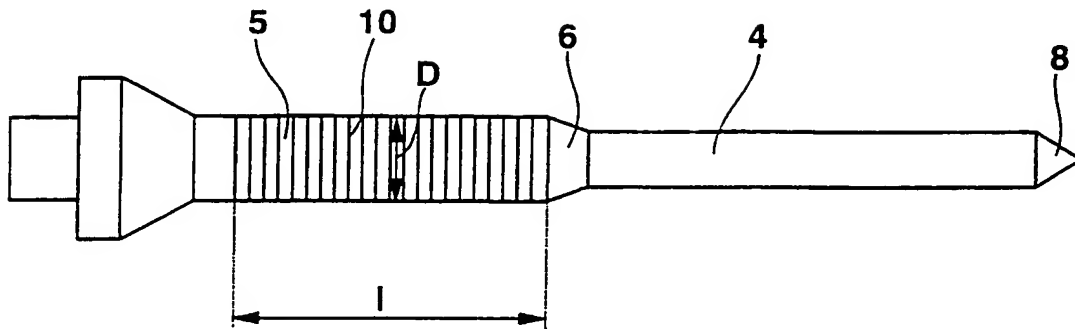
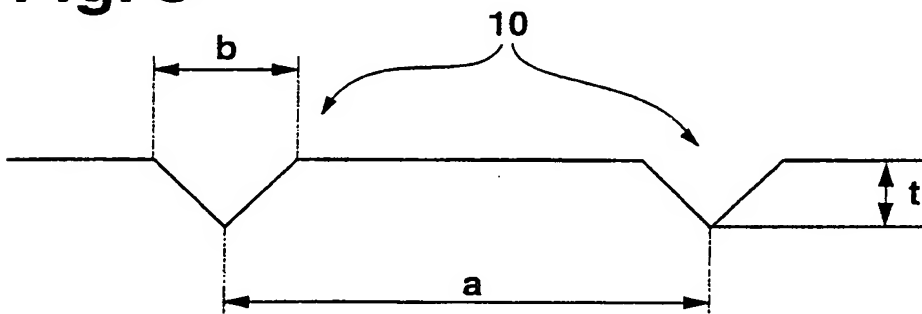
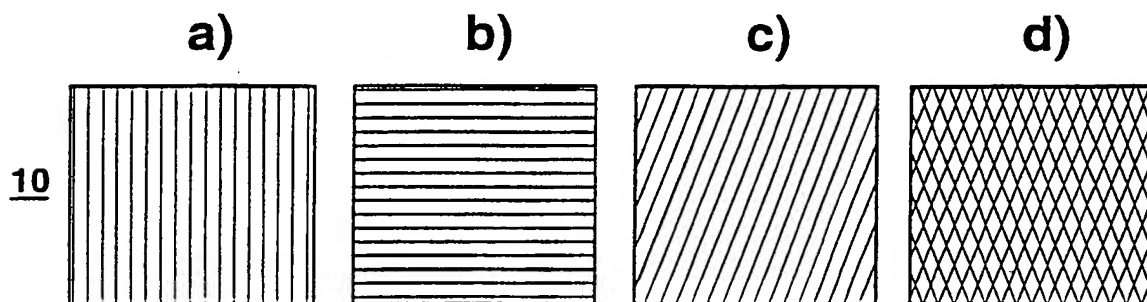
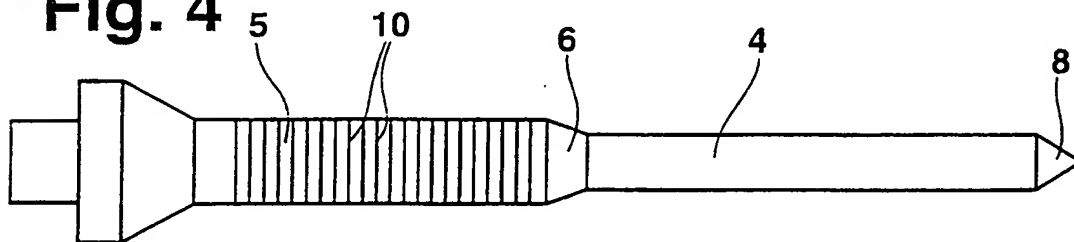
Fig. 1

Fig. 2**Fig. 3****Fig. 4**

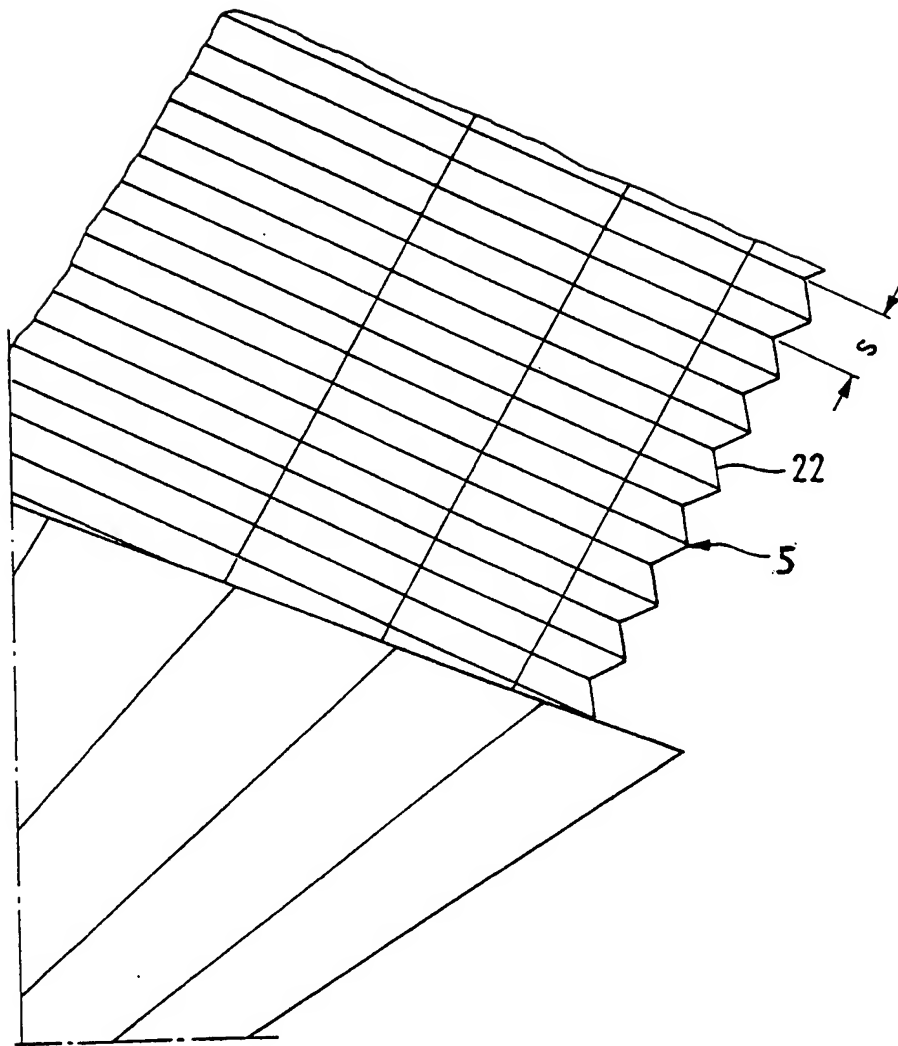


FIG. 5

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 F02M59/44 F02M61/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 398 936 A (DELANO JAMES K) 27 August 1968 (1968-08-27)	1,5,7, 12, 18-22,26
Y	column 3, line 41 - column 4, line 5; figures	25
A	---	23,24
X	EP 0 753 658 A (ELASIS SISTEMA RICERCA FIAT) 15 January 1997 (1997-01-15)	1,5,7, 21,23,24
Y	figure 2	25
X	WO 89 10479 A (HEI TECH BV) 2 November 1989 (1989-11-02)	1,5,7,9, 17, 19-22,26
	page 10, line 24 - page 12, line 15; figures	

	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 August 1999

Date of mailing of the international search report

18/08/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Torle, E

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 41 39 907 A (BOSCH) 9 June 1993 (1993-06-09) column 1, line 37 - column 3, line 4; figures 1,2 -----	1,5,7, 21,22,26

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3398936	A	27-08-1968	NONE	
EP 0753658	A	15-01-1997	IT T0950600 A	14-01-1997
			JP 9166063 A	24-06-1997
			US 5901941 A	11-05-1999
WO 8910479	A	02-11-1989	NL 8801046 A	16-11-1989
			NL 8801479 A	02-01-1990
			NL 8802183 A	02-04-1990
DE 4139907	A	09-06-1993	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 F02M59/44 F02M61/16

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Researchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 F02M

Researchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die researchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 398 936 A (DELANO JAMES K) 27. August 1968 (1968-08-27)	1,5,7, 12, 18-22,26
Y	Spalte 3, Zeile 41 - Spalte 4, Zeile 5; Abbildungen	25
A	---	23,24
X	EP 0 753 658 A (ELASIS SISTEMA RICERCA FIAT) 15. Januar 1997 (1997-01-15)	1,5,7, 21,23,24
Y	Abbildung 2	25
X	WO 89 10479 A (HEI TECH BV) 2. November 1989 (1989-11-02)	1,5,7,9, 17, 19-22,26
	Seite 10, Zeile 24 - Seite 12, Zeile 15; Abbildungen	

	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

10. August 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/08/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Torle, E

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH GEGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 41 39 907 A (BOSCH) 9. Juni 1993 (1993-06-09) Spalte 1, Zeile 37 - Spalte 3, Zeile 4; Abbildungen 1,2 -----	1,5,7, 21,22,26

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 3398936	A	27-08-1968	KEINE		
EP 0753658	A	15-01-1997	IT T0950600	A	14-01-1997
			JP 9166063	A	24-06-1997
			US 5901941	A	11-05-1999
WO 8910479	A	02-11-1989	NL 8801046	A	16-11-1989
			NL 8801479	A	02-01-1990
			NL 8802183	A	02-04-1990
DE 4139907	A	09-06-1993	KEINE		

(54) **HIGH-PRESSURE PISTON CYLINDER UNIT**

(75) Inventors: **Bernd Danckert**, Meckenbeuren (DE);
Rainer Von Bischofinck,
Friedrichshafen (DE); **Wolfgang**
Scheibe, Ludwigsburg-Poppenweiler
(DE); **Bernd Wagner**, Ludwigsburg
(DE)

(73) Assignees: **MTU Motoren-und Turbinen-union**
Friedrichshafen GmbH (DE);
L'Orange GmbH, Stuttgart (DE)

(*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this
patent is extended or adjusted under 35
U.S.C. 154(b) by 0 days.

(21) Appl. No.: **09/647,058**

(22) PCT Filed: **Mar. 24, 1999**

(86) PCT No.: **PCT/EP99/02010**

§ 371 (c)(1),
(2), (4) Date: **Jan. 5, 2001**

(87) PCT Pub. No.: **WO99/49209**

PCT Pub. Date: **Sep. 30, 1999**

(30) **Foreign Application Priority Data**

Mar. 26, 1998 (DE) 198 13 454
May 7, 1998 (DE) 198 20 264

(51) Int. Cl.⁷ **F16J 1/00**

(52) U.S. Cl. **92/172; 239/533.11; 92/162 R**

(58) Field of Search 92/172, 162 R;
239/533.11

(56) **References Cited**

U.S. PATENT DOCUMENTS

3,398,936 A * 8/1968 Delano 239/533.11
3,425,635 A * 2/1969 Guertler 239/533.11
3,722,801 A * 3/1973 Chapuis 239/533.11
6,040,549 A * 3/2000 Kanaoka 219/121.61

* cited by examiner

Primary Examiner—Edward K. Look

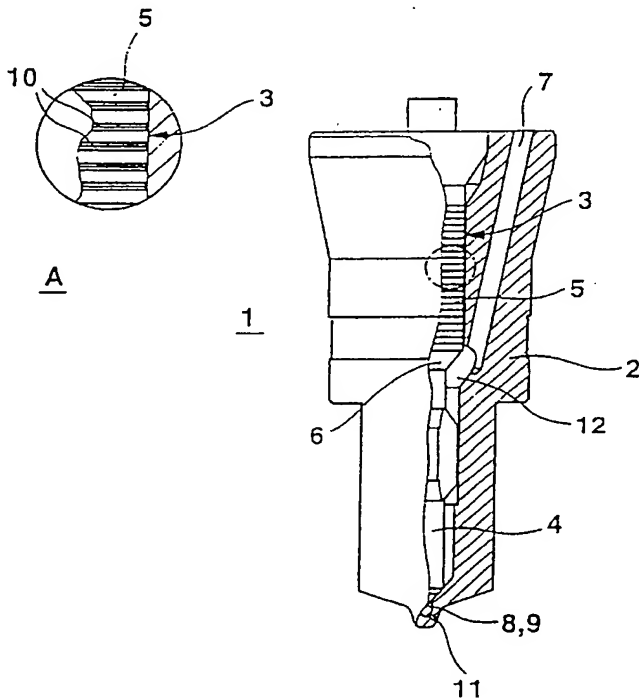
Assistant Examiner—Thomas E. Lazo

(74) *Attorney, Agent, or Firm*—Crowell & Moring LLP

(57) **ABSTRACT**

The invention relates to a high-pressure piston cylinder unit, especially an injection pump or an injection valve for an internal combustion engine, and to a method for producing one such high-pressure piston cylinder unit. The high-pressure piston cylinder unit has a piston which is guided inside a cylinder bore and which is coupled to an actuating element. The piston is subjected to a high pressure differential. According to the invention, fine grooves which run very close to one another are configured in at least one part of the guiding surface of the piston. The grooves ensure hydraulic pressure compensation on the periphery of the guiding surface, thus reducing wear, and prevent leakage in a longitudinal guiding direction.

42 Claims, 3 Drawing Sheets



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.